

# Primer Açık Açılı Glokomda Goldmann Applanasyon Tonometresi, Dinamik Kontur Tonometre ve Oküler Cevap Analizörü Sonuçlarının Karşılaştırılması

## Evaluation of Results of Goldmann Applanation Tonometer, Dynamic Contour Tonometer and Ocular Response Analyzer in Primary Open Angle Glaucoma

Sinan BİLGİN<sup>1</sup>, Özcan Rasim KAYIKÇIOĞLU<sup>2</sup>

### ÖZ

**Amaç:** Glokom hastalarında Goldman Applanasyon Tonometresi (GAT), Dinamik Kontur Tonometre (DKT), Oküler Cevap Analizörünün (OCA) sonuçlarını karşılaştırmak ve korneanın biyomekanik özelliklerinin ve oküler pulse amplitüdünün glokom progresyonuna etkisini değerlendirmektir.

**Gereç ve Yöntem:** Bu retrospektif çalışmaya Primer Açık Açılı Glokom (PAAG) tanısı almış 50 hastanın 50 gözü dahil edildi. Hastaların GAT, OCA, paskal DKT ve ultrasonik pakimetri ölçümleri yapıldı. Merkezi Korneal Kalınlık (MCK), Göz İçi Basıncı (GİB), Goldman ile uyumlu GİB (GİBg), kompanse edilmiş GİB değeri (GİBkk), korneal direnç faktörü (KRF), korneal histerezis (KH), oküler nabız genliği (ONG), çukurluk/disk (c/d) oranı ve c-30-2 görme alanı ortalama sapma (MD) değerleri kaydedildi.

**Bulgular:** Çalışmaya alınan 50 hastanın (30 kadın/20 erkek) yaş ortalaması 58.8±11.2 yıldır. Pascal DKT, GAT, GİBg ve GİBkk ölçümleri sırasıyla 19.1±3.7 mmHg, 16.5±3.5 mmHg, 17.7±4.2 mmHg ve 19.3±3.7 mmHg idi. Ortalama ONG, KH, KRF değerleri sırasıyla 3.1±1.1, 8.9±1.8 ve 9.6±2.0 olarak ölçüldü. İstatistiksel analizde ONG ve (c/d) arasında anlamlı negatif yönde bir korelasyon vardı. KRF ve KH ile (c/d) arasında anlamlı negatif yönde bir korelasyon saptandı (sırasıyla p<0.05, r=-0.492 ve r=-0.352). KRF ve KH ile MD arasında anlamlı negatif yönde bir korelasyon izlendi (sırasıyla p=0.002, r=-0.419 ve p=0.005, r=-0.389).

**Sonuç:** KH, KRF ve ONG'nin düşük değerlerinin glokomatöz hasarla olan birlikteliği bu parametrelerin glokom hastalarının tanı ve takibinde önemsenmesi gereken parametreler olduğunu düşündürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Goldmann applanasyon tonometresi, dinamik kontur tonometre, oküler cevap analizörü.

### ABSTRACT

**Purpose:** To compare results of Goldmann Applanation Tonometer (GAT), Dynamic Contour Tonometer (DCT) and Ocular Response Analyzer (OCA) in glaucoma patients and to evaluate the effects of corneal biomechanical properties on glaucoma progression.

**Materials and Methods:** 50 eyes of 50 patients with diagnosis of primary open angle glaucoma (POAG) were included in this retrospective study. GAT, OCA, Pascal DCT and ultrasonic pachymetry measurements of patients were obtained. Central corneal thickness (CCT), intraocular pressure (IOP), Goldmann-adjusted IOP (IOPg), compensated IOP value (IOPcc), corneal resistance factor (CRF), corneal hysteresis (CH), ocular pulse amplitude (OPA), cup/disc(c/d) ratio and mean deviation (MD) were recorded.

**Results:** Mean age of 50 patients (30 females/20 males) was 58.8±11.2 years. Pascal DCT, GAT, IOPg and IOPcc were 19.1±3.7 mmHg, 16.5±3.5 mmHg, 17.7±4.2 mmHg and 19.3±3.7 mmHg, respectively. Mean values for OPA, CH, CRF were 3.1±1.1, 8.9±1.8 and 9.6±2.0, respectively. Statistical analysis showed that there was significant negative correlation between OPA and (c/d). Significant negative correlation was determined between CRF and CH and (c/d), (p<0.05, r=-0.492 and r=-0.352, respectively). Significant negative correlation was observed between CRF and KH and MD (p=0.002, r=-0.419 and p=0.005, r=-0.389, respectively).

**Conclusion:** Lower values of CH, CRF and OPA accompanying to glaucomatous damage make them parameters that should to be considered in diagnosis and follow up of glaucoma patients.

**Key Words:** Goldmann applanation tonometer, dynamic contour tonometer, ocular response analyzer.

- 1- M.D. Şifa University, Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, İzmir/TURKEY  
BİLGİN S., drsinanbilgin@yahoo.com
- 2- M.D. Professor, Celal Bayar University, Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Manisa/TURKEY  
KAYIKÇIOĞLU R., orkayikcioglu@yahoo.com

Geliş Tarihi - Received: 26.11.2013  
Kabul Tarihi - Accepted: 26.03.2014  
Glo-Kat 2015;10:23-27

Yazışma Adresi / Correspondence Address: M.D., Sinan BİLGİN  
Şifa University, Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology,  
İzmir/TURKEY

Phone: +90 232 343 44 45  
E-Mail: drsinanbilgin@yahoo.com

## GİRİŞ

Glokomda halen kontrol edilebilen ve tedavi aşamasında değerlendirilen tek parametre göz içi basıncı (GİB) olduğundan, doğru GİB ölçümü oftalmolojide yıllardan beri süregelen tartışmalardan biri olmuştur. Buradaki en önemli engel basıncın kornea yüzeyinden ölçülmesine rağmen, elde edilen değerlerin GİB değerini verdiğinin öngörülmesidir. Dolayısıyla araştırmacılar göz içi basıncı ölçüm metodlarını teknolojik gelişmelere paralel olarak değiştirme ve geliştirme ihtiyacı hissetmektedirler.

GİB ölçümünde tüm cihazlar göz önüne alındığında halen kliniklerde en fazla kullanılan ölçüm yöntemi, Goldmann Aplanasyon Tonometresi (GAT)'dir. Ancak bu yöntemin bir çok okuler parametreden etkilediği (korneal kalınlık, kırma kusuru, korneal ödem ve korneal yüzey bozuklukları) gösterilmiştir.<sup>1-4</sup>

Doğru GİB ölçümüne yönelik çalışmalar Dinamik Kontur Tonometre (DKT), Oküler Cevap Analizörünün (OCA) gibi yeni cihazların gelişmesine olanak sağlamıştır. Geliştirilen cihazların bir yandan korneal parametrelerden daha az etkilenmesi istenirken, bir yandan da korneal histerezis (KH), oküler nabız genliği (ONG) gibi glokomla ilgili yardımcı bilgileri sağlamaları mümkün olmuştur.

OCA hızlı hava jeti ile çökertilen korneanın cevabını değerlendirir. Hızlı hava atımından (20 ms) sonra korneanın deformasyona uğradığı anda ve eski haline dönmeye başladığı sürede elektro-optik sistem aracılığı ile iki aplanasyon değeri elde edilir. Bu iki basınç değeri arasındaki fark KH olarak adlandırılır.<sup>5</sup>

İki aplanasyon basıncının ortalaması, Goldmann ile uyumlu GİB (GİBg) olarak raporlanır. Cihaz ayrıca KH'yi dikkate alarak, korneanın biyomekanik özellikleri ile kompanse edilmiş ikinci bir GİB değeri (GİBkk) daha belirler. Diğer önemli parametre ise, korneal direnç faktörüdür (KRF).<sup>5</sup>

DKT (pascal tonometer, swiss microtecnology ag, port, isviçre) korneanın biyomekanik özelliklerinden bağımsız ölçüm yapmak için tasarlanmış, yeni teknolojik tonometrelerden biridir.<sup>6</sup> Gözle temas halindeyken, sistolik ve diyastolik GİB'leri ve bu ölçümlerin farkı olan ONG'yi belirler.<sup>7</sup> ONG indirek olarak koroïdal perfüzyonu ve oküler kan akımını göstermektedir.<sup>7-9</sup> Bu parametre glokom için bağımsız bir risk faktörü olarak ileri sürülmektedir.<sup>7-9</sup>

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Glokom Birimi'nde izlenen hastalarının retrospektif değerlendirilmesi şeklinde yapılmıştır.

Çalışmaya Primer Açık Açılı Glokom (PAAG) tanısı ile takip edilen 50 hastanın 50 gözü dahil edilmiştir. Glokom birimimizdeki hasta verilerinden biyomikroskopik fundus muayenesi ile elde edilen çukurluk/disk (c/d) oranı, Humphrey 30-2 eşik görme alanı testi ile elde edilen ortalama sapma (MD) değerleri, ultrasonik pakimetri ile merkezi korneal kalınlık (MKK) ölçümleri, Paskal DKT ile topikal anestezi altında GİB ve ONG ölçümleri değerlendirildi. Üretici firmanın Dinamik Kontur Tonometre (DKT) için geliştirdiği bir kalite skorlaması vardır.<sup>10</sup>

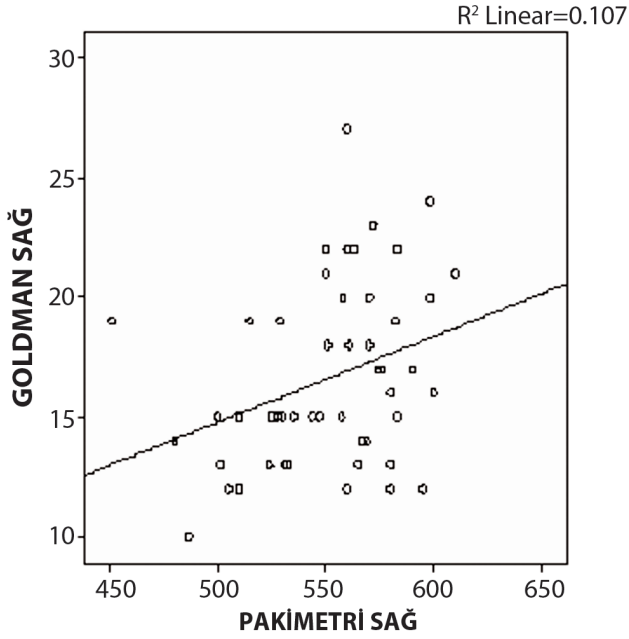
Buna göre 1. kalite ölçüm "eniye", 2. ve 3. kalite ölçümler "kabul edilebilir" ve 4. ve 5. kalite ölçümler ise kabul edilemez olarak tanımlanmıştır. Her işlem esnasında kalite skoru 1-3 arasında olan üç ölçümün ortalaması ele alındı. Hastaların GAT ve OCA ile GİB ölçümleri, ayrıca OCA cihazı ile KH, KRF değerleri ölçüldü. Basınç ölçümlerinin kornea kurtatürünü etkilememesi için önce pakimetrik ölçümler alındı. Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 18.0 programı kullanıldı. Korelasyon analizinde normal dağılıma uyan gruplarda Pearson korelasyon testi ve normal dağılıma uymayan gruplarda Spearman Korelasyon testi kullanıldı. Anlamlılık sınırı  $p < 0.05$ ,  $r > 0.25$  kabul edildi.

## BULGULAR

Çalışmaya alınan hastaların (30 kadın/20 erkek) yaş ortalaması  $58.8 \pm 11.2$  yıldır. Ortalama MKK, (c/d), MD değerleri sırasıyla  $545.6 \pm 34.9$   $\mu\text{m}$ ,  $0.5 \pm 0.2$  ve  $7.8 \pm 8.0$  olarak tespit edildi. Pascal DKT, GAT, GİBg ve GİBkk ölçümleri sırasıyla  $19.1 \pm 3.7$  mmHg,  $16.5 \pm 3.5$  mmHg,  $17.7 \pm 4.2$  mmHg ve  $19.3 \pm 3.7$  mmHg idi.

GAT - paskal DKT (GİB) arasında, GAT - GİBkk arasında ve DKT-GİBkk arasında anlamlı pozitif yönde bir korelasyon saptandı (sırasıyla  $p < 0.05$ ,  $r = 0.74$ ,  $r = 0.694$  ve  $r = 0.667$ ). MKK ile GAT arasında anlamlı pozitif yönde bir korelasyon mevcutken ( $p = 0.021$ ,  $r = 0.325$ ), MKK ile paskal DKT (GİB) ve GİBkk arasındaki ilişki anlamsızdı (sırasıyla  $p = 0.178$ ,  $p = 0.293$ ). Ayrıca MKK ile KH arasında anlamlı pozitif yönde bir korelasyon tespit edildi ( $p = 0.032$ ,  $r = 0.304$ ).

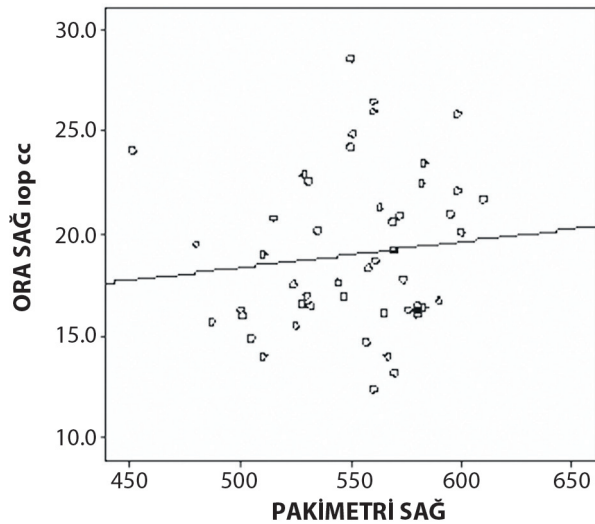
Ortalama ONG, KH, KRF değerleri sırasıyla  $3.1 \pm 1.1$ ,  $8.9 \pm 1.8$  ve  $9.6 \pm 2.0$  olarak ölçüldü. istatistiksel analizde ONG ve (c/d) arasında anlamlı negatif yönde bir korelasyon vardı ( $p = 0.008$ ,  $r = -0.370$ ). Ayrıca ONG ile DKT, GİBkk ve GAT arasında anlamlı pozitif yönde bir korelasyon tespit edildi (sırasıyla  $p < 0.05$ ,  $r = 0.461$ ,  $r = 0.4$  ve  $r = 0.408$ ). KRF ve KH ile (c/d) arasında anlamlı negatif yönde bir korelasyon saptandı (sırasıyla  $p < 0.05$ ,  $r = -0.492$  ve  $r = -0.352$ ).



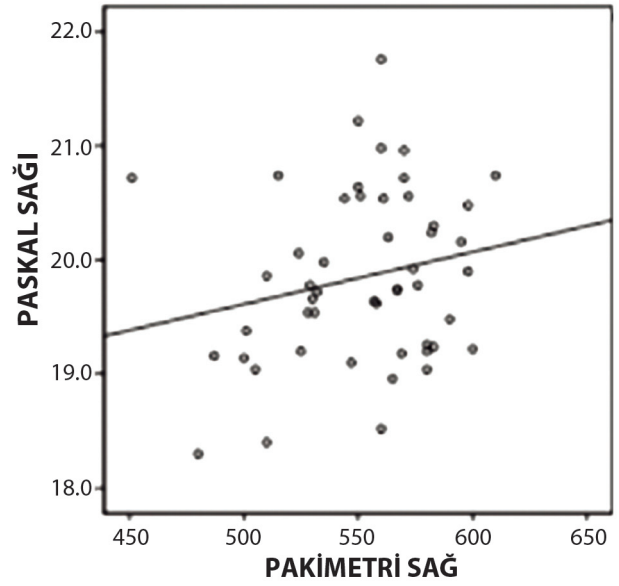
**Grafik 1:** MKK ve GAT arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği.

KRF ve KH ile MD arasında anlamlı negatif yönde bir korelasyon izlendi (sırasıyla  $p=0.002$ ,  $r=-0.419$  ve  $p=0.005$ ,  $r=-0.389$ ). Grafik 4, 5'te sırasıyla KH, KRF ile MD arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafikleri görülmektedir. KH ile GAT ve DKT arasındaki ilişki anlamsız iken (sırasıyla  $p=0.362$  ve  $p=0.914$ ), KH ve GİBkk arasında anlamlı negatif yönde bir korelasyon saptadık ( $p=0.02$ ,  $r=-0.329$ ).

KRF ile GİBkk arasındaki ilişki anlamsız iken ( $p=0.188$ ), KRF ile DKT ve GAT arasında anlamlı pozitif bir korelasyon tespit edildi ( $p<0.05$ ,  $r=0.342$  ve  $r=0.552$ ). Ayrıca KRF ile MKK arasında anlamlı pozitif yönde bir korelasyon mevcuttu ( $p=0.001$ ,  $r=0.440$ ).



**Grafik 3:** MKK ve GİBkk arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği.

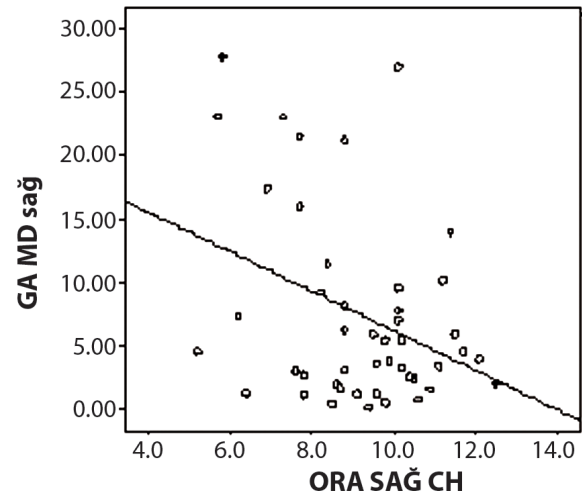


**Grafik 2:** MKK ve paskal DKT (GİB) arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği.

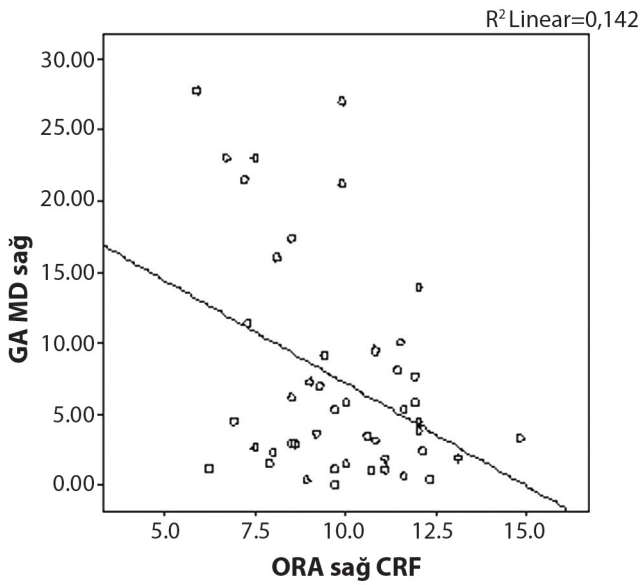
## TARTIŞMA

Bochmann ve ark.,<sup>11</sup> çalışmalarında oküler dokuların biyomekanik özelliklerinin glokomun patogeneğinde basınçtan bağımsız bir rol oynayabileceğini ve KH'in oküler dokuların biyomekanik özelliği hakkında bilgi sağladığını bildirmişlerdir.

Kotecha<sup>5</sup> göz küresinin yapısal ve maddesel bütünlüğüne dikkat çekmiş ve kornea biyomekanikliğinin optik sinir başının yapısal bütünlüğünden ayrı tutulamayacağını, kornea biyomekanikliğinin optik sinir başı biyomekanikliğinin bir göstergesi olabileceğini bildirmiştir. KH ve GİB düzeyleri arasında zayıf, ancak anlamlı bir negatif korelasyonun varlığı gösterilmiştir.<sup>12,13</sup>



**Grafik 4:** KH ve MD arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği.



**Grafik 5:** KRF ve MD arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği.

Glokomu olan hastalarda KH değeri, Martinez de la casa ve ark.,<sup>14</sup> 48 gözü kapsayan çalışmalarında ortalama 8.8 mmHg olarak tespit edilirken Hager ve ark.,<sup>15</sup> çalışmalarında yaş ortalaması 65 olan hasta grubunda 10.2 mmHg olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda yaş ortalaması 58 olan hasta grubunda KH değerini 8.9 mmHg olarak tespit ettik. Hager ve ark.,<sup>15</sup> GAT, ORA ve DKT ile yapılan GİB ölçümlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında en yüksek GİB ortalamasını OCA ile en düşük GİB ortalamasını ise GAT ile elde etmişlerdir. Bu çalışmanın önemli sonuçlarından biri de yeni tonometrik yöntemlerden her ikisinin de, MKK'dan bağımsız ölçüm yaptıklarının belirlenmesidir.<sup>15</sup> Ouyang ve ark.,<sup>16</sup> MKK ile GİBkk arasında zayıf fakat anlamlı pozitif yönde bir korelasyon göstermesine rağmen, Hager ve ark.,<sup>15</sup> gibi bizimde bulgularımız GİBkk'nin MKK'dan etkilenmediği şeklindedir. Literatürde DKT ölçümlerinin MKK'dan etkilenmediğine dair birçok çalışma mevcuttur.<sup>17-19</sup> Bu çalışmalar yanında DKT ölçümlerinin MKK'dan etkilendiğini bildiren raporlar da mevcuttur.<sup>20,21</sup> Kotecha ve ark.,<sup>22</sup> DKT ölçüm sonuçlarını, GAT ve OCA ile karşılaştırmış ve GİB ölçümlerinin kesinliği ve tekrarlanabilirliğinde DKT'yi daha avantajlı bulmuşlardır.

GAT, OCA ve DKT ile yapılan ölçümlerde en yüksek GİB değerinin GİBkk ile en düşük GİB değerinin ise GAT ile elde edildiğini tespit ettik. Ayrıca DKT'nin MKK'dan bağımsız ölçüm yaptığını gösterdik. Düşük KH değerlerinin glokom progresyonu ile birlikte olduğu ilk defa Condgon ve ark.,<sup>23</sup> tarafından bildirilmiştir.

Hager ve ark.,<sup>15</sup> KH ile DKT ve GAT arasında oldukça zayıf bir ilişki göstermelerine rağmen KH ile GİBkk arasında güçlü anlamlı bir ilişki göstermişlerdir.

Çalışmamızda KH ile DKT ve GAT arasında ilişki bulunmadı, fakat GİBkk ile KH arasında negatif yönde bir korelasyon tespit edildi. Literatürde daha önce bakılmamış olan KH ile MD ve (c/d) ilişkisine baktığımızda KH ile MD ve (c/d) arasında negatif bir korelasyon olduğu saptandı. Bu tespit azalmış KH'in glokom için risk faktörü olabileceği düşüncesini desteklemektedir. KRF, korneanın elastik özelliğini yansıtan bir parametre olup GİB'dan kısmen bağımsız iken MKK ile güçlü bir birlikteliği bildirilmiştir.<sup>5</sup> Ayrıca Kida ve ark.<sup>24</sup> KRF nin yaşla azaldığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda literatür ile uyumlu olarak KRF ve MKK arasında güçlü bir birliktelik izlenirken, KRF ile yaş arasında anlamlı negatif korelasyon mevcuttu.

KRF ile GİBkk arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamsız iken KRF ile GAT ve DKT arasında anlamlı pozitif korelasyon gözlemlendi. KRF ile MD ve (c/d) arasındaki ilişki daha önce incelenmemiştir. Bu parametreler arasındaki ilişkiye baktığımızda KRF ile MD ve (c/d) arasında anlamlı negatif bir korelasyon tespit ettik. Bu durum azalmış KRF'nin KH gibi glokom için risk faktörü olabileceğini düşündürmektedir.

DKT, GİB ile birlikte ONG'yi de ölçerek oküler perfüzyon konusunda indirekt olarak bilgi verir. ONG ile tariflenen değer, sistol ve diastolde ölçülen GİB farkıdır.<sup>25,26</sup> Çalışmalarda GİB ve ONG arasında pozitif bir korelasyon saptanmıştır.<sup>27,28</sup>

Weizer ve ark.,<sup>29</sup> artmış ONG değerlerinin azalmış glokom harabiyeti ile birlikte olduğunu bildirmişlerdir. Vulsteke ve ark.,<sup>30</sup> yaptıkları çalışmada DKT ile ölçülen küçük ONG değerini orta ve şiddetli glokomatöz görme alanı kaybıyla korele bulmuşlar ve bunun glokomatöz görme alanı defektleri için bir risk faktörü olduğunu belirtmişlerdir. Ravalico<sup>31</sup> ve Özçetin<sup>26</sup> ONG'nin yaşla değiştiğini bildirmesine karşın bulgularımız Kaufmann ve ark.,<sup>27</sup> benzer şekilde ONG' nin yaşla değişmediği yönündedir.

Çalışmamızda ONG ile GİB arasında pozitif bir korelasyon izlenirken, daha önce araştırılmamış olan ONG ile (c/d) arasındaki ilişkiye baktığımızda, iki parametre arasında negatif korelasyon gözlemlendi. Bu tespit artmış ONG değerlerinin yüksek GİB' da koruyucu olduğu ve azalmış glokom harabiyeti ile birliktelik gösterdiği düşüncesini desteklemektedir.

Sonuç olarak KH, KRF ve ONG'nin düşük değerlerinin glokomatöz hasarla olan birlikteliği bu parametrelerin glokom hastalarının tanı ve takibinde önemsenmesi gerektiğini düşündürmektedir.



## KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Jonas JB, Stroux A, Velten I, et al. Central corneal thickness correlated with glaucoma damage and rate of progression. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:1269-74.
2. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002;120:714-20.
3. Coleman AL, Gordon MO, Beiser JA, et al. Ocular Hypertension Treatment Study. Baseline risk factors for the development of primary open-angle glaucoma in the Ocular Hypertension Treatment Study. *Am J Ophthalmol* 2004;138:684-5.
4. Brown KE, Congdon NG. Corneal structure and biomechanics: impact on the diagnosis and management of glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2006;17:338-43.
5. Kotecha A. What biomechanical properties of the cornea are relevant for the clinician? *Surv Ophthalmol* 2007;52:109-14.
6. Kanngiesser HE, Kniestedt C, Robert YC. Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer. *J Glaucoma* 2005;14:344-50.
7. Hoffmann EM, Grus FH, Pfeiffer N. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude using dynamic contour tonometry and contact lens tonometry. *BMC Ophthalmol* 2004;4:1-7.
8. Schwenn O, Troost R, Vogel A, et al. Ocular pulse amplitude in patients with open angle glaucoma, normal tension glaucoma, and ocular hypertension. *Br J Ophthalmol* 2002;86:981-4.
9. Pourjavan S, Boëlle PY, Detry-Morel M, et al. Physiological diurnal variability and characteristics of the ocular pulse amplitude (OPA) with the dynamic contour tonometer (DCT-Pascal). *Int Ophthalmol* 2007;27:357-60.
10. PASCAL User Manual v20d.doc Version 2.0 November 2004.
11. Bochmann F, Ang SG, Azuara-Blanco A. Lower corneal hysteresis in glaucoma patients with acquired pit of the optic nerve (APON). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008;12.
12. Kotecha A, Elsheikh A, Roberts CR, et al. Corneal thickness- and age-related biomechanical properties of the cornea measured with the ocular response analyzer. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:5337-47.
13. Yüzbaşıoğlu E, Artunay E, Utine CA, ve ark. Açık açılı glokom ve normal tansiyonlu glokomda korneal histerezis göz içi basıncı ilişkisi. *Glo-kat* 2008;3:21-4.
14. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Fernandez-Vidal A, et al. Ocular response analyzer versus Goldmann applanation tonometry for intraocular pressure measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:4410-4.
15. Hager A, Loge K, Schroeder B, et al. Effect of central corneal thickness and corneal hysteresis on tonometry as measured by dynamic contour tonometry, ocular response analyzer, and Goldmann tonometry in glaucomatous eyes. *J Glaucoma*.2008;17:361-5.
16. Ouyang PB, Li CY, Zhu XH, et al. Assessment of intraocular pressure measured by Reichert ocular response analyzer, Goldmann applanation tonometry, and dynamic contour tonometry in healthy individuals. *Int J Ophthalmol* 2012;5:102-7.
17. Özçetin H. Glokom tanısı, tipleri ve tedavisi, göz içi basıncı ölçümü ve tonometreler. Nobel kitabevleri Ltd. Şti. 2009;3:55-116.
18. Siganos DS, Papastergiou GI, Moedas C. Assessment of the Pascal dynamic contour tonometer in monitoring intraocular pressure in unoperated eyes and eyes after LASIK. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:746-51.
19. Ku JY, Danesh-Meyer HV, Craig JP, et al. Comparison of intraocular pressure measured by Pascal dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry. *Eye* 2006;20:191-8.
20. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Vico E, et al. Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and Goldmann tonometry. *Ophthalmology* 2006;113:2156-62.
21. Karahan E, Güneç Ü, Arıkan G, ve ark. Goldmann applanasyon tonometresi ve Paskal dinamik kontur tonometrenin karşılaştırılması ve merkezi kornea kalınlığının göz içi basıncı ölçümlerine etkisi. *Glo-Kat* 2009;4:150-6.
22. Kotecha A, White E, Schlottmann PG, et al. Intraocular pressure measurement precision with the Goldmann applanation, dynamic contour, and ocular response analyzer tonometers. *Ophthalmology* 2010;117:730-7.
23. Congdon NG, Broman AT, Bandeen-Roche K, et al. Central corneal thickness and corneal hysteresis associated with glaucoma damage. *Am J Ophthalmol* 2006;141:868-75.
24. Kida T, Liu JH, Weinreb RN. Effects of aging on corneal biomechanical properties and their impact on 24-hour measurement of intraocular pressure. *Am J Ophthalmol* 2008;146:567-72.
25. Erdurmuş M, Hepşen İF. Paskal dinamik kontur tonometre. *Glo-Kat* 2007;2:143-8.
26. Özçetin H, Baykara M, Atasoy A ve ark. Oküler nabız amplitüdünün değerlendirilmesinde Dinamik kontur tonometrenin önemi. *Glo-Kat* 2008;3:153-7.
27. Kaufmann C, Bachmann LM, Robert YC, et al. Ocular pulse amplitude in healthy subjects as measured by dynamic contour tonometry. *Arch Ophthalmol* 2006;124:1104-8.
28. Punjabi OS, Ho HK, Kniestedt C, et al. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude comparisons in different types of glaucoma using Dynamic contour tonometry. *Curr eye Res* 2006;31:851-62.
29. Weizer JS, Asrani S, Stinnett SS, et al. The clinical utility of dynamic contour tonometry and ocular pulse amplitude. *J Glaucoma* 2007;16:700-3.
30. Vulsteke C, Stalmans I, Fieuws S, et al. Correlation between ocular pulse amplitude measured by dynamic contour tonometer and visual field defects. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008;46:559-65.
31. Ravalico G, Toffoli G, Pastori G, et al. Age related ocular blood flow changes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1996;37:2645-9.